

НЕЙРОНЕЧЕТКАЯ МОДЕЛЬ АНАЛИЗА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ В СФЕРЕ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПРАВОСУДИЯ

Д.В. Катасёва,

Казанский национальный исследовательский
технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ,
Россия, г. Казань

Ключевые слова: *временной ряд, моделирование, нечеткая нейронная сеть, нейронечеткая модель, экономическое правосудие.*

В настоящее время в целях планирования своей деятельности и успешной реализации поставленных задач региональная система экономического правосудия нуждается в получении качественного долговременного прогноза изменения количества и структуры вновь поступающих исковых заявлений. В ходе деятельности арбитражных судов накоплен большой объем статистических данных, а также выработаны определенные подходы к оценке сложности рассматриваемых споров. При этом актуальной задачей является разработка прикладных информационно-аналитических систем, которые могут быть успешно внедрены и использованы для решения задач прогнозирования и управления судебной деятельностью [3]. Эффективная разработка подобных систем возможна на базе методов и алгоритмов интеллектуального анализа временных рядов накопленных данных [4, 6, 7, 8].

Выделяют три основных подхода к прогнозированию временных рядов [10]: четкое количественное прогнозирование, нечеткое прогнозирование (прогнозирование в нечетких категориях «малый», «большой» и т. д.), прогнозирование нечетких тенденций (увеличение, спад, подъем и т. п.). Временные ряды данных экономических процессов, влияющих на объемы исковых заявлений в арбитражных судах, как правило, обладают свойствами разнотипности, неполноты, отсутствия части исходных данных, «нестохастической» неопределенности и т. д. Это накладывает существенные ограничения на эффективное применение традиционных методов статистического анализа и прогнозирования [10]. Использование подобных методов может привести к неверным результатам анализа. В связи с этим возникает необходимость применения более эффективных методов анализа временных рядов.

Наличие в анализируемых данных неопределенности нестохастического характера актуализирует необходимость применения теории нечетких множеств [10]. Требование к адаптивности модели временного ряда к анализируемым данным также актуализирует применение методов машинного обучения [1]. В связи с этим в данной работе для анализа временных рядов в сфере экономического правосудия предлагается использовать нечеткую нейронную сеть, обладающую возможностями адаптивного обучения [5] и учитывающую нечеткую природу анализируемых данных [2].

Рассмотрим фрагмент исходных данных временного ряда, содержащего число исковых заявлений в разрезе по месяцам по одной судебной категории «Споры, связанные с применением налогового законодательства» (см. табл. 1).

Таблица 1

Фрагмент исходных данных временного ряда

Месяц	Количество споров, связанных с применением налогового законодательства
1	1274
2	1323
3	1543
4	1981
5	2064
6	2102
7	1737
8	1696
9	1606
10	2173
11	1983
12	2097

Представленному фрагменту исходных данных соответствует временной ряд, график которого изображен на рисунке 1.

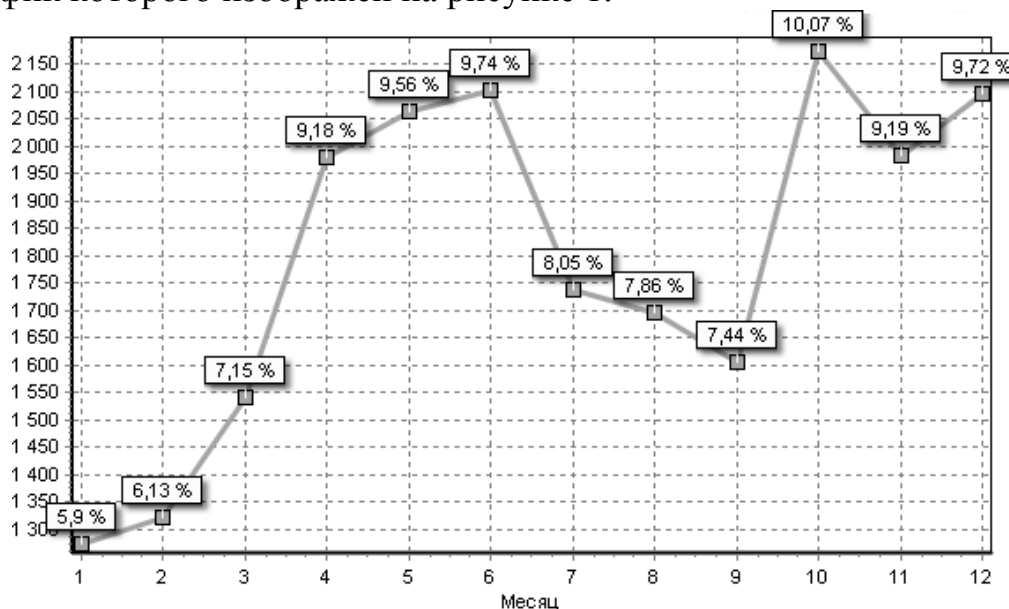


Рис. 1. Фрагмент временного ряда

Как видно из представленного рисунка, наблюдается неравномерное поступление исковых заявлений по месяцам в течение года. В данном случае пиковые нагрузки на судебные составы приходятся на июнь, октябрь и декабрь и составляют порядка 10 % в месяц от всей годовой нагрузки.

Для анализа данного временного ряда и прогнозирования его поведения предлагается дополнительно учитывать следующие социально-экономические и правовые факторы, влияющие на число исковых заявлений:

- демографические (численность населения, число безработных);
- правовые (основные изменения законодательства, сроки представления отчетности);
- экономические (курс доллара, уровень валового регионального продукта, индекс потребительских цен).

В качестве инструментального средства моделирования временного ряда выбрана нечеткая нейронная сеть *ANFIS* из среды *MatLab* [9]. Сеть способна обучаться на данных временного ряда, аппроксимировать имеющиеся в них зависимости и строить нейронечеткую прогнозную модель.

На рисунке 2 представлен график сравнения прогнозных данных, полученных с помощью нечеткой нейронной сети, с фактическими данными.

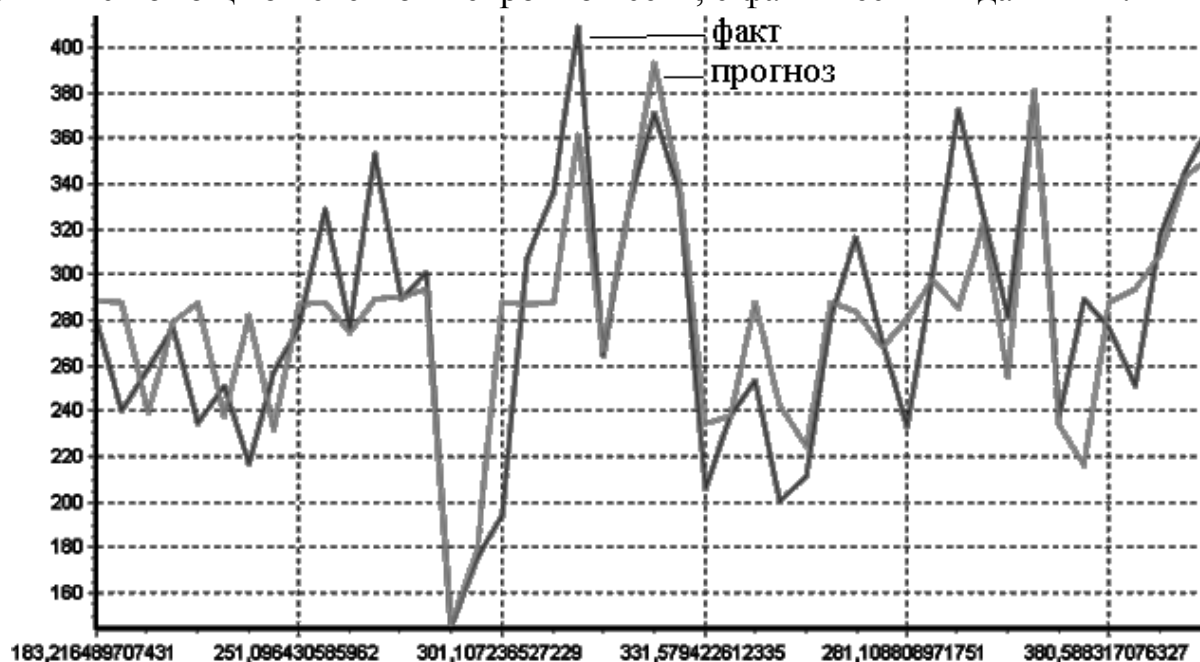


Рис. 2. Пример сравнения фактических и прогнозных данных, полученных с помощью нечеткой нейронной сети

Как видно из представленного рисунка, нейронечеткая модель аппроксимирует данные временного ряда с высокой степенью точности. Таким образом, описанная в данной работе методика моделирования временных рядов основана на использовании нечеткой нейронной сети, как эффективного инструмента интеллектуального анализа данных и построения модели принятия решений.

В настоящее время проводятся комплексные исследования оценки эффективности разработанной нейронечеткой модели прогнозирования числа исковых заявлений, поступающих в Арбитражный суд Республики Татарстан. Практическое использование модели позволит эффективно решать задачу планирования и оптимизации нагрузок в сфере экономического правосудия.

Литература

1. Катасёв А.С. Математическое и программное обеспечение формирования баз знаний мягких экспертных систем диагностики состояния сложных объектов: монография. – Казань: ГБУ «Республиканский центр мониторинга качества образования», 2013. – 200 с., ил.
2. Катасёв А.С., Ахатова Ч.Ф. Нейронечеткая система обнаружения производственных зависимостей в базах данных // Программные продукты и системы. – 2011. – № 3. – С. 26–32.
3. Катасёв А.С., Катасёва Д.В. Интеллектуальный анализ временных рядов в системах диагностики и поддержки принятия решений // Поиск эффективных решений в процессе создания и реализации научных разработок в российской авиационной и ракетно-космической промышленности Международная научно-практическая конференция. Казань, 2014. – С. 481–483.
4. Катасёв А.С., Катасёва Д.В., Кирпичников А.П. Нейросетевое прогнозирование инцидентов информационной безопасности предприятия // Вестник Казанского технологического университета. – 2015. – Т. 18. – № 9. – С. 215–218.
5. Катасёв А.С., Корнилов Г.С., Аникин И.В. Адаптивная нейронечеткая модель формирования баз знаний экспертных систем // Международная конференция по мягким вычислениям и измерениям. – 2009. – Т. 1. – С. 219–222.
6. Катасёва Д.В. Интеллектуальный анализ временных рядов для прогнозирования нагрузок в сфере экономического правосудия // Логистика и экономика ресурсоэнергосбережения в промышленности. VIII Международная научно-практическая конференция. – 2014. – С. 311–313.
7. Катасёва Д.В. Методы анализа и прогнозирования временных рядов // Международная молодежная научная конференция «XXII Туполевские чтения (школа молодых ученых)». Казань, – 2015. – С. 115–120.
8. Катасёва Д.В. Моделирование временных рядов в сфере экономического правосудия // Логистика и экономика ресурсоэнергосбережения в промышленности. IX Международная научно-практическая конференция. – 2015. – С. 292–295.
9. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и FuzzyTech. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 736 с.
10. Ярушкина Н.Г., Афанасьева Т.В., Перфильева И.Г. Интеллектуальный анализ временных рядов: учебное пособие. Ульяновск: УлГТУ, 2010. – 320 с.